

15
534, 21b

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年6月3日 (03.06.2004)

PCT

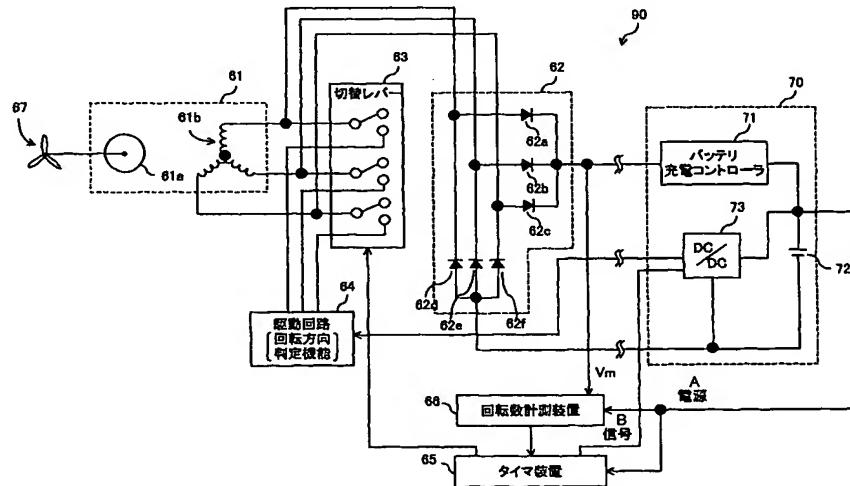
(10) 国際公開番号
WO 2004/047284 A1

(51) 国際特許分類: H02P 9/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/014463
(22) 国際出願日: 2003年11月13日 (13.11.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2002-332463
2002年11月15日 (15.11.2002) JP
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ゼファー
株式会社 (ZEPHYR CORPORATION) [JP/JP]; 〒107-
0052 東京都港区赤坂6-13-19 Tokyo (JP).
(72) 発明者: および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 伊藤 瞽介
(ITO,Ryosuke) [JP/JP]; 〒168-0065 東京都杉並区浜
田山1-8-8 Tokyo (JP). 佐藤 清 (SATO,Kiyoshi) [JP/JP];
〒156-0043 東京都世田谷区松原5-11-31 Tokyo (JP).
田村 秀章 (TAMURA,Hideaki) [JP/JP]; 〒206-0822 東
京都 稲城市坂浜150-1 メゾンドジョイ2-10 Tokyo
(JP). 川上 勝史 (KAWAKAMI,Katsushi) [JP/JP]; 〒
272-0022 千葉県市川市鬼高2-26-5 ソレイユ・ルヴァ
ン301号 Chiba (JP).
(74) 代理人: 大曾 義之 (OSUGA,Yoshiyuki); 〒102-0084
東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F
Tokyo (JP).
(81) 指定国(国内): AU, CN, JP, US.
(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (DE, DK, ES, GB, IT,
NL).

[統葉有]

(54) Title: WIND POWER GENERATOR

(54) 発明の名称: 風力発電装置



64...DRIVE CIRCUIT (ROTATION DIRECTION JUDGING FUNCTION)

65...TIMER DEVICE

66...ROTATION SPEED MEASURING DEVICE

A...POWER SUPPLY

B...SIGNAL

71...BATTERY CHARGE CONTROLLER

63...SWITCHING LEVER

WO 2004/047284 A1

(57) Abstract: When a wind velocity sensor detects a wind velocity higher than a specified level, a timer device starts a standby time function and, when a standby timer period ends, changes it over to a drive time function that lasts shorter than the standby timer function; and a generator is switched to a motor by a switching relay for a drive timer period to perform a start-assisting rotation drive by a drive circuit. When a drive timer period ends, a standby timer period starts again, this operation being repeated. When, during these operations, the rotation speed of a rotor monitored by a rotation speed measuring device based on the output voltage V_m of a 3-phase conduction winding exceeds a specified level, power generation by a 3-phase generator and charging to a battery are started.

[統葉有]



添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 風速センサにより所定以上の風速が検知されたときタイマ装置により待機タイマ機能が作動し、待機タイマ期間が終了すると、それよりも期間の短い駆動タイマ機能に切り替わり、駆動タイマ期間だけ切替リレーにより発電機が電動機に切り替えられ駆動回路により始動補助のための回転駆動が行われる。駆動タイマ期間が終了すると再び待機タイマ期間となり、これが繰り返される。この間に回転数計測装置により三相通電巻線の出力電圧 V_m に基づいて監視されている回転子の回転数が所定以上の回転数となったとき三相発電機による発電とバッテリへの充電が開始される。

明細書

風力発電装置

5 技術分野

本発明は、風力発電装置に関する。

背景技術

従来、風力発電装置には様々な形式のものがあり、その形式に応じてそれぞれ異なる特性を有している。例えば風力発電装置を、風車を支持する軸の取り付け方向により分類すれば、その軸の取り付け方向が垂直である垂直軸型とその軸の取り付け方向が水平である水平軸型とに分類される。垂直軸型には、サボニウス型、ダリウス型などがあり、水平軸型には、プロペラ型などがある。

また、風力発電装置を、風車を回転させるトルクとして抗力又は揚力のいずれが支配的に作用するかによって分類すれば、抗力が主である形状のものを抗力型、揚力が主である形状のものを揚力型、抗力と揚力とが同程度に作用する形状のものを抗力／揚力併用型として分類することができる。例えば、上記のサボニウス型は抗力型に属し、上記のダリウス型、プロペラ型は揚力型に属している。

抗力型の風車は例えば微風といわれる低速の風においても風車が良く回転するから低速の風でも発電できるという利点があるが、大電力を発電しようとすると、その構造上から装置が大型化して経済的でないという不利な点のほうが目立つようになる。

また、抗力型の風車は、低風速でも回転が開始できるようにと羽根面積を大きくすると、強風時には羽根の回転方向から当る風力が減速抵抗となって羽根

の面積を大きくした分だけこの減速抵抗が大きく、このため発電効率が低下するという問題を引き起こしてしまう。

これに対し、揚力型の風車は、その構造上、小電力の発電だけでなく大電力の発電にも容易に対応できる利点があるばかりでなく、例えば、ものによって
5 は小型ながら風速 12.5 m/秒の風で 400 W もの電力を発生させることができるという利点を有している。

ところが、揚力型の風車は、発電のために回転を開始する風速である回転開始風速として、高速の風力が必要であるという特性があり、低速の風に対しては回転ができず、発電効率が十分に得られないという問題を有している。

10 また、揚力型の風車は抗力型の風車と同様に、低風速でも回転が開始できるようにと風向きに對向する羽根仰角度を大きくすると、強風時には抗力が強く働いて風車の回転にたいする抵抗力となって風車の回転効率を低下させる。

ただし、この揚力型風車の問題を解決する方法としては、風車に翼角度の調整機能を設けて、この調整機能により、それまでの翼角度固定型のものよりも
15 低風速の場合でも回転が開始できるようにする方法が提案されている(例えば、特許文献 1 参照。)。

【特許文献 1】

特開平 8-322297 号「風力発電装置」(要約、代表図面)

ところで、近年、地球環境保全の見地から、小型の風力発電装置の要望が高
20 まっているが、そのような小型の風力発電装置において上記のように翼角度調整機能を取り付けたのでは装置の高コスト化につながり、本来の小型化の要望の底流にある低コスト指向に逆行することになって好ましいものとはいえないくなってしまう。

本発明の第1の課題は、強風時における騒音又は振動を抑制することができる風力発電装置を提供することである。

本発明の第2の課題は、強風時において回転数を抑制しながら発電を維持することができる風力発電装置を提供することである。

5 本発明の第3の課題は、強風時において回転数を抑制しながら発電を維持することができ且つ蓄電池の充放電電流の変化を最小限に抑えることができる風力発電装置を提供することである。

本発明の第4の課題は、始動補助機能付きの風力発電装置であって低速の風速でも回転開始でき、始動補助機能が小型化に対応していて且つ始動補助回転

10 時の電源電力を可及的に節減できる風力発電装置を提供することである。

本発明の風力発電装置は、風力により順方向に回転する回転翼の回転軸に連動して発電する永久磁石式の発電機と、該発電機を電動機に切り替えて前記回転軸を順方向に回転させる始動補助回転を実施する始動補助手段と、該始動補助手段による前記始動補助回転が停止されたとき前記電動機を前記発電機に復

15 帰させる発電機復帰手段とを備えたことを特徴とする。

本発明の別の風力発電装置は、交流電圧を発生する風力発電機に接続された整流回路と、前記整流回路に接続され且つ少なくとも1つのスイッチ素子を含

み、前記スイッチ素子のオン・オフ制御によって前記整流回路の直流出力電圧のレベルを変換する直流一直流変換回路と、前記風力発電機の回転速度を検出

20 する回転速度検出手段と、前記風力発電機の制限回転速度を示す信号を発生す

る制限回転速度信号発生手段と、前記回転速度検出手段から得られた検出速度を示す信号と前記制限回転速度信号発生手段から得られた制限回転速度を示す

信号とを比較する比較手段と、前記直流一直流変換回路の出力段の電圧が所定

25 値になるように前期スイッチ素子を制御し、且つ、前記検出速度が前記制限回

転速度よりも高いことを示す前記比較手段の出力に応答して前記直流一直流変

換回路の出力電圧を上昇させるように前記スイッチ素子を制御するスイッチ制御回路と、該風力発電機を電動機に切り替えて前記回転軸を順方向に回転させる始動補助回転を実施する始動補助手段と、該始動補助手段による前記始動補助回転が停止されたとき前記風力電動機を前記発電機に復帰させる発電機復帰手段とを有していることを特徴とする。

本発明の更に別の風力発電装置は、交流電圧を発生する風力発電機に接続された整流回路と、前記整流回路に接続され且つ少なくとも1つのスイッチ素子を含み、前記スイッチ素子のオン・オフ制御によって前記整流回路の直流出力電圧のレベルを変換する直流一直流変換回路と、前記直流一直流変換回路に接続された直流一交流変換回路と、前記風力発電機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記風力発電機の制限回転速度を示す信号を発生する制限回転速度信号発生手段と、前記回転速度検出手段から得られた検出速度を示す信号と前記制限回転速度信号発生手段から得られた制限回転速度を示す信号とを比較する比較手段と、前記直流一交流変換回路を制御し且つ前記検出速度が前記制限回転速度よりも高いことを示す前記比較手段の出力に応答して前記直流一交流変換回路の出力電圧を上昇させるように前記直流一交流変換回路を制御する制御回路と、該風力発電機を電動機に切り替えて前記回転軸を順方向に回転させる始動補助回転を実施する始動補助手段と、該始動補助手段による前記始動補助回転が停止されたとき前記風力電動機を前記発電機に復帰させる発電機復帰手段とを有していることを特徴とする。

本発明の更に別の風力発電装置は、風車と、前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、前記交流発電機に接続された整流回路と、前記整流回路に接続された電力変換回路と、前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、前記回転検出器と前記基

準回転数設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えたときに、前記電力変換回路の入力電圧と出力電圧との比を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路と、
該交流発電機を電動機に切り替えて前記回転軸を順方向に回転させる始動補
5 助回転を実施する始動補助手段と、該始動補助手段による前記始動補助回転が停止されたとき前記交流電動機を前記発電機に復帰させる発電機復帰手段と、
からなることを特徴とする。

図面の簡単な説明

10 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。
図 2 は、本発明の第 2 の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。
図 3 ～図 6 は、本発明の第 1 及び第 2 の実施形態の回転数の検出回路について説明する図である。
図 7 は、本発明の第 3 の実施形態における始動補助機能を有する風力発電装置の回路ブロック図である。
15 図 8 は、風力発電装置における始動補助機能の動作を示すフローチャートである。
図 9 は、第 4 の実施形態としてのタイマ装置を独立な回路として自己消費電力をより節減できるようにした風力発電装置の回路ブロック図である。
20 図 10 は、風速センサにより始動補助機能の作動開始のタイミングを監視する例を示す回路ブロック図である。
図 11 ～図 13 は、停止時の短絡電流による風速測定について説明する図である。
図 14 は、無電源及び開放故障に対する補助停止回路について説明する図である。
25

図15は、定格電力制御について説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

5 図1は、本発明の第1の実施形態に従う風力発電電力制御装置を示す図である。

風力発電機1と、整流回路2と、出力電流制御手段及び直流一直流変換手段としてのDC-DCコンバータ3と、インバータ4と、負荷5と、連系保護装置6と、商用電源連系端子7と、充電回路8と、蓄電池9と、回転制御回路10と、上限回転速度設定用固定負荷11と、スイッチ12とを備えている。

風力発電機1は、風車13に結合された永久磁石からなる回転子14と、3相の電機子巻線15を有する固定子とを備えた周知の交流発電機である。なお、この交流発電機は外磁型と内磁型とのいずれであってもよい。

風力発電機1の電機子巻線15に接続された交流一直流変換手段としての整流回路2は周知の3相ブリッジ型整流回路であって、風車13及び回転子14の回転に基づいて電機子巻線15に発生した3相交流電圧を直流電圧に変換する。整流回路2の出力電圧は、例えば、50V以下の比較的低い値を有する。

整流回路2に接続されたDC-DCコンバータ3は、整流回路2の出力電圧をこれよりも高い電圧（例えば350V）に変換し、且つコンバータ3の出力電圧を一定に制御すると共に、本発明に従って出力電流を制御するように出力電圧を調整するものである。従って、コンバータ3は直流変換の機能のほかに、本発明に従う回転速度制限用の電流制御手段としての機能も有する。

コンバータ3に接続されたインバータ4は、コンバータ3から出力された直流電圧を商用周波数（例えば50Hz）の正弦波交流電圧に変換するものであり、例えば、周知のブリッジ型インバータ、ハーフブリッジ型インバータ等で

構成しうる。

インバータ 4 に接続された負荷 5 は風力発電システム系内の交流負荷である。インバータ 4 と商用連系端子 7 との間に接続された連系保護装置 6 は商用電源側が停電したときに風力発電システム側を商用側から切り離すためのスイッチ 5 や連系に必要な周知の種々の手段を含む。

インバータ 4 に接続された充電回路 8 は、インバータ 4 の出力電圧又は商用連系端子 7 から供給された電圧を整流して蓄電池 9 を充電するものである。なお、破線で示すように充電回路 8 をコンバータ 3 に接続し、コンバータ 3 の直流出力電圧で蓄電池 9 を充電することもできる。蓄電池 9 が満充電状態にない 10 時には蓄電池 9 は風量発電システム内の負荷として機能する。蓄電池 9 の電力を負荷 5 に供給するために蓄電池 9 は、この放電手段としてのダイオード 16 を介してインバータ 4 の入力端子に接続されている。なお、蓄電池 9 と負荷 5 との間に蓄電池出力専用のインバータを接続することもできる。

風力発電機 1 の回転速度を上限値に抑えるための回転速度制限用負荷 11 は 15 スイッチ 12 を介して整流回路 2 に接続されている。この負荷 11 はコンバータ 3 の出力端子又はインバータ 4 の出力端子又は電機子巻線 15 の出力端子に接続することもできる。

回転制御回路 10 は、回転速度検出器 17 と標準モード信号発生器 18 と昼夜切り替えモード信号発生器 19 と制限回転速度信号発生器 20 と上限回転速度信号発生器 21 と第 1 及び第 2 の比較器 22、23 とモード選択スイッチ S 20、S 2 とからなる。

回転速度検出器 17 は、電機子巻線 15 の出力ライン 15a に接続され、発電機 1 の出力交流電圧の周波数を検出し、この周波数に対応した電圧値を有する速度検出信号 V_s を出力する。

25 標準モード信号発生器 18 は、発電機 1 の回転速度の制限を標準モードで実

行することを示す標準信号M1を発生するものである。ここで、標準モードとは1日中すなわち24時間中同一条件で回転速度の抑制を実行するモードである。

昼夜切り替えモード信号発生器19はタイマ19aを内蔵し、例えば、昼間としての8時～20時の第1の時間帯を示す例えば高レベル信号と夜間の20時～8時の第2の時間帯を示す例えば低レベル信号とを含む昼夜切り替えモード信号M2を発生するものである。なお、第1及び第2の時間帯の区別をタイマ19aによって設定する代わりに、光センサ、太陽発電等によって昼夜判定を自動的に行って昼夜切り替えモード信号を作成することもできる。

標準モード信号発生器18は標準モード選択スイッチS1を介して制限回転速度信号発生器20に接続され、昼夜切り替えモード信号発生器19は昼夜切り替えモード選択スイッチS2を介して制限回転速度信号発生器20に接続されている。スイッチS1、S2は択一的にオンになる。なお、スイッチS1、S2を設ける代わりに、標準モード信号発生器18と昼夜切り替えモード信号発生器19とを択一的に動作させ、信号M1、M2を択一的に送出することもできる。

制限回転速度信号発生器20は、指定されたモードに従う制限回転速度に比例した電圧からなる制限回転速度信号Vr1又はVr2を発生する。

第1の比較器22の一方の入力端子は速度検出器17に接続され、他方の入力端子は制限回転速度信号発生器20の出力ライン29に接続されている。ライン29は、第1の基準電圧Vr1又は第2の基準電圧Vr2となるので、速度検出器17から得られた回転速度検出信号Vsが第1又は第2の基準電圧Vr1、Vr2よりも高くなる期間に出力ライン32に高レベルの比較出力が得られ、これがコンバータ3に送られて発電機1の回転速度の上昇の抑制に使用される。

第2の比較器23の一方の入力端子は速度検出器17に接続され、他方の入

力端子は上限回転速度信号発生器 2 1 に接続されている。上限回転速度信号発生器 2 1 は第 1 の基準電圧 V_{r1} よりも高い第 3 の基準電圧 V_{r3} からなる上限回転速度信号を発生する。したって、回転速度検出信号 V_s が第 3 の基準電圧 V_{r3} よりも高くなった時に比較器 2 3 は高レベル出力をライン 3 3 に送出
5 し、スイッチ 1 2 をオンに制御する。スイッチ 1 2 がオンになると比較的小さい抵抗値の負荷 1 1 が整流回路 2 に接続され、発電機 1 の出力電流すなわち電機子電流が増大し、電機子反作用による電磁ブレーキ作用によって発電機 1 の回転速度の上昇が抑制される。この第 2 の比較器 2 3 による制御は、第 1 の比較器 2 2 の出力によるコンバータ 3 の制御によって発電機 1 の回転速度が所望
10 値に抑制されないときに生じる。

第 1 の比較器 2 2 の出力による回転速度抑制動作のみで回転速度を所望値に抑えることができず、検出回転速度 V_s が第 3 の基準電圧 V_{r3} よりも高くなると、第 2 の比較器 2 3 の出力によってスイッチ 1 2 がオンになり、発電機 1 の出力電流が増大し、回転速度の上昇が抑制される。従って、本実施形態においては、コンバータ 3 と補助負荷 1 1 との両方によって回転速度の上昇を円滑且つ小刻みに抑制することができる。

第 1 の実施形態によれば、本発明の第 1 の課題が解決される。

図 2 は、本発明の第 2 の実施形態の風力発電装置のブロック図を示す図である。

20 図 2 に示す実施形態の風力発電装置は、風車 4 1 と、この風車 4 1 によって回転されるロータを有する交流発電機 4 2 と、この交流発電機 4 2 に接続された整流回路 4 3 と、平滑用コンデンサ 4 4 と、この平滑用コンデンサ 4 4 に接続された電力変換回路 4 5 と、この電力変換回路 4 5 に接続された蓄電池 4 6 と、この蓄電池 4 6 に接続された負荷 4 7 と、風車 4 1 の回転数を検出するための回転数検出器 4 8 すなわち速度検出器と、電力変換回路 4 5 の入力電圧す
25

なわちコンデンサ44の電圧を検出する入力電圧検出回路49と、制御回路50とからなる。

電力変換回路45は、平滑用コンデンサ44に接続された第1及び第2の直流電源ライン51、52に接続され、入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} との比 V_{out}/V_{in} を変えることができるよう構成されている。なお、この実施形態では蓄電池46が平滑用コンデンサの作用を兼用しているが、平滑用コンデンサを蓄電池46に接続することもできる。

回転数検出器48は風車41すなわち発電機42のロータの回転数すなわち回転速度を周知の方法で検出して回転数検出信号 F_d を出力する。

10 入力電圧検出回路49は電力変換回路45の入力電圧 V_{in} を検出して電圧検出信号 V_{in} を出力する。ここでは説明を容易にするために入力電圧検出回路49の入力電圧と出力電圧との両方を V_{in} で示す。この入力電圧 V_{in} は発電機42の出力電圧に相当する。

制御回路50は、回転数検出器48と電圧検出回路49と電力変換回路45とに接続され、回転数検出器48から得られた検出回転数 F_d が基準回転数 F_r を超えたときに、電力変換回路45の入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} との比 V_{out}/V_{in} を大きくするように電力変換回路45を制御する。

更に詳しく説明すると、制御回路50は、風車41の制限回転数に相当する基準回転数 F_r を設定するための基準回転数設定器53と、回転数検出器48で検出された検出回転数 F_d において発電機42から最大電力を得ることができる発電機42の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段としての電圧決定テーブル54と、検出回転数 F_d と基準回転数 F_r との差 ΔF を求める第1の減算手段としての減算器55と、回転数差 ΔF が零以下の時には係数値として1を送出し、回転数差 ΔF が零よりも大きいときには1よりも小さい値を係数として送出する係数発生手段としての係数テーブル56と、発電機出力電圧

決定テーブル 5 4 から得られた決定出力電圧 V_1 に係数テーブル 5 6 から得られた係数 K を乗算して補正電圧指令信号 V_2 を形成する乗算手段としての乗算器 5 7 と、乗算器 5 7 から得られた入力電圧指令信号 V_2 と入力電圧検出回路 4 9 から得られた検出電圧 V_{in} との差 ΔV_{in} を求める第 2 の減算手段としての減算器 5 8 と、第 2 の減算器 5 8 と、第 2 の減算器 5 8 から得られる電圧差 ΔV_{in} に基づいて入力電圧検出回路 4 9 の出力回路 4 9 の出力 V_{in} を補正電圧指令信号 V_2 に近づけるように電力変換回路 4 5 を制御する信号を形成する制御信号形成回路としての制御演算器 5 9 及びパルス発生器 6 0 とからなる。なお、基準回転数設定器 5 3 を制御回路 5 0 の外に設けることができる。

電圧決定テーブル 5 4 は、メモリからなり、回転数 F_d と最大電力を得る発電機出力電圧 V_1 との関係が格納されている。テーブル 5 4 には全ての回転数 F_d に対する電圧 V_1 を格納してもよいし、段階的に選択された回転数 F_d とその電圧 V_1 とを格納しても良い。検出回転数 F_d に対応するデータがテーブル 5 4 にないときには検出回転数 F_d に近い回転数のデータを使用する。また、テーブル 5 4 の代わりに演算式をメモリに格納し、検出回転数 F_d を演算式に代入して電圧 V_1 を決定することもできる。

電圧 V_1 は発電機 4 2 から最大電力を得ることができる発電機 4 2 の出力電圧及び電力変換回路 4 5 の入力電圧を示す。

電圧決定テーブル 5 4 は、回転数検出器 4 8 から得られた検出回転数 F_d をアドレス信号として使用し、これに対応する目標電圧 V_1 を示す信号を出力する。強風でないときにはテーブル 5 4 から出力される電圧 V_1 が発電機 4 2 の目標出力電圧となる。

第 1 の減算器 5 5 は、回転数検出器 4 8 から得られた検出回転数 F_d から基準回転数 F_r を減算して $F_d - F_r = \Delta F$ を求める。 ΔF が $\Delta F \leq 0$ に対応して係数 $K = 1$ を格納し、 $\Delta F > 0$ に対応して 1 よりも小さい係数 K を格納して

いる。第1の減算器55の出力が $\Delta F > 0$ の時は

$$0 < K < 1$$

を満足する係数が選ばれる。この時のKの値を $1 / \Delta F$ とすることができます。

これにより、 $\Delta F > 0$ の時に ΔF の値をアドレスとして ΔF の値に対応した係

5 数Kを出力する。メモリに多数の ΔF の値と多数の係数Kの値との関係を示すデータを格納する代わりに、 ΔF とKとの関係を示す演算式を格納し、この演算式に ΔF の値を代入して係数Kを決定することもできる。

乗算器17はテーブル54から出力された電圧 V_1 にテーブル56から出力された係数Kを乗算して $KV_1 = V_2$ を求め、これを出力する。 V_2 は強風時

10 の補正が施された電圧指令信号である。

第2の乗算器58は、 $V_{in} - V_2 = \Delta V_{in}$ の演算を行って入力電圧検出信号 V_{in} と電圧指令信号 V_2 との差を示す信号を出力する。

ΔV_{in} を入力とする制御演算器59は、例えば周知の比例積分回路(PI回路)からなり、 ΔV_{in} に対応する通電率信号 D_{on} を形成する。要するに、

15 ΔV_{in} を平滑化した信号に相当する通電率信号 D_{on} すなわちデューティ指令信号を得る。

スイッチ制御信号形成手段としてのパルス発生器60は、通電率信号 D_{on} で指定された幅のパルスを有する制御信号 V_g を形成し、電力変換回路45のスイッチQ1のゲートに送る。

20 第2の実施形態によれば、本発明の第2及び第3の課題が解決される。

従来の技術では、発電機の回転軸に設置された回転数センサなどにより回転信号を検出する方式が多く用いられている。本発明の実施形態では、回転センサを用いないで発電機の出力に含まれる脈流信号から回転数を測定する回路である。これにより、2線式の電力線のみで制御機器側で正確な回転数を計測す

25 ることができる。

毎分N回転している永久磁石発電機（図3参照）において磁石の極数Pと交流出力周波数Fの関係は、

$$F = N / 60 \times P \text{ (Hz)}$$

となる。

5 三相の巻線を持つ発電機において全波整流された出力信号は図4のようになる。

例えば、風力発電機を蓄電池に直接接続する場合、発電機の整流出力はバッテリの電圧に固定されるので電圧脈流を検出することは困難である。そこで、図5のように電力線の+端子からバッテリの+端子の間にダイオードを順方向10に挿入することにより、風速が弱く発電機の回転数が低い状態つまり発電機の出力尖頭値がバッテリの電圧に達しない状態では発電機の出力電圧V1の脈流から回転数を計測することができる。

風速が強くなり発電機の出力電圧がバッテリの電圧を超え、充電が行われるようになると、出力電圧V1は平坦になり、回転数の計測が困難になる。そこで図5のように電流計測用に微小抵抗Rを挿入して、充電電流の脈流から回転数を計測する。

図6は、微風時の電圧波形の増幅器と弱風時以上の電流波形の増幅器から出力された信号を合成し、前風速域に対して安定に回転数を計測できるようにした合成回路である。すなわち、抵抗Rからくる電流波形と電圧波形V1とをORでオペアンプ100に入れることによって、いずれかを使って回転数の計測ができるようになっている。

図7は、第3の実施形態における始動補助機能を有する風力発電装置の回路ブロック図である。

図7において、風力発電装置90は、三相交流発電機61と、三相全波整流25回路62と、切替リレー63と、駆動回路64と、タイマ装置65と、回転数

計測装置 6 6 とにより構成される。

また、この風力発電装置 9 0 によって蓄電される負荷回路 7 0 は、バッテリー充電コントローラ 7 1 と、バッテリー 7 2 と、DC/DCコンバータ 7 3 とにより構成される。

5 三相交流発電機 6 1 は、永久磁石から成る回転子 6 1 a と、この回転子 6 1 a を取り囲む三相の通電巻線 6 1 b から成る固定子とを備えている。切替リレー 6 3 は、風を受けて回転する風車 6 7 により回転子 6 1 a が回転することで固定子 6 1 b に三相交流の電力を発生させて発電を行う発電モードと、駆動回路 6 4 により固定子 6 1 b に通電して回転子 6 1 a を回転させることにより風 10 車を始動回転させる始動補助モードとの切り替えを行う。

すなわち、発電モードは図中の切替リレー 6 3 の連動スイッチが開いた状態に対応し、始動補助モードは同連動スイッチが閉じた状態に対応している。この始動補助モードでは、三相交流発電機 6 1 は、駆動回路 6 4 からの指示に基づいて始動補助のための間歇回転動作を行う。

15 三相全波整流回路 6 2 は、発電モード、すなわち、三相交流発電機 6 1 を発電機として動作させる場合は、所定以上の風速の風を受けて風車 6 7 が回転することで回転子 6 1 a が回転し、その回転子 6 1 a の回転に基づいて通電巻線 6 1 b に発生した三相交流電圧を三相全波整流回路 6 2 を介して、直流電圧に変換して後段の負荷回路 7 0 に供給する。

20 切替リレー 6 3 は、駆動回路 6 4 からの指示により、3 個の連動スイッチを電圧出力側（発電時）又は電圧入力側（始動補助時）に切り換える。

駆動回路 6 4 は、タイマ装置 6 5 からの計時タイミング信号により起動し、電動機としての回転子 6 1 a の回転方向を、回転子 6 1 a の惰力回転中の通電巻線 6 1 b から出力される電圧に基づいて判定して正しい回転方向に是正し、 25 始動補助のための本回転を電動機に行わせると共に、タイマ装置 6 5 からの他

の計時タイミング信号により駆動動作を停止する。ここで、駆動動作は停止するが、風車 6 7 は、駆動動作で得られた慣性により、一定時間回転が可能となる。

5 タイマ装置 6 5 は、回転数計測装置 6 6 からの通知に基づいて発電モードが始動補助モードに切り替わった時点を基準に電動機を回転駆動する所定の時間を計時する第 1 の計時手段としての計時機能と、この第 1 の計時手段としての計時機能が終了した直後からの電動機への駆動動作休止期間を計時する第 2 の計時手段としての計時機能とを備えている。

10 なお、上記第 1 の計時手段としての計時機能によって計時される所定の時間は例えば 6 秒であり、上記第 2 の計時手段としての計時機能により計時される所定の回転駆動動作休止期間は例えば 5 4 秒である。いずれの計時時間データも予めタイマ装置にハード的に又はソフト的に設定されている。また、上記の回転駆動動作休止期間中は全体の駆動モードは常に発電モード（連動スイッチが発電時の接点方向に切り替わっている状態）に切り替わるようになっている。

15 回転数計測装置 6 6 は、発電モードにおいて三相交流発電機 6 1 が発電しているときに、通電巻線 6 1 b から出力され、三相全波整流回路 6 2 によって整流された電圧 V_m を参照することによって回転子 6 1 a の回転数 N を監視し、その回転数 N が所定の回転数 N_a よりも低下したとき、タイマ装置 6 5 に対し、駆動モードが発電モードから始動補助モードに切り替わったことを通知する。

20 また、回転数計測装置 6 6 は、始動補助モードにおいて電動機としての三相交流発電機 6 1 の回転子 6 1 a の回転数 N を監視し、その回転数 N が所定の回転数 N_b よりも上昇したとき、タイマ装置 6 5 に対し、駆動モードが始動補助モードから発電モードに切り替わったことを通知する。

25 上記所定の回転数 N_a は、例えば 100 r.p.m であり、この $N_a = 100 \text{ r.p.m}$ の回転数に対応する三相全波整流回路 6 2 からの電圧 $V_m (= V_{ma})$ は、

例えば2Vである。この電圧 $V_{ma} = 2V$ の値は、回転数検出のためのしきい値として予め回転数計測装置66にハード的に又はソフト的に設定されている。

また、上記所定の回転数 N_b は、例えば200 rpmである。なお、この回転数は、始動補助モードで回転している風車が、発電に十分耐えうる風圧を受

5 けて、電動機による回転力以上に回転していることを示す回転数である。

三相全波整流回路62の後段に設けられている負荷回路70のバッテリ充電コントローラ71は、バッテリー72の充電状況を監視し、三相全波整流回路62から供給される直流電圧をその充電状況に応じてバッテリー72に供給するかしないかを決定する。

10 また、負荷回路20のDC/DCコンバータ73は、バッテリー72の電圧を取り出して、最適な電圧に変換した電圧を、駆動回路64、タイマ装置65、及び回転数計測装置66に供給する。始動補助モードのとき、三相交流発電機61に対し電動機として駆動させるための電力は、駆動回路64への電圧供給によって行われる。

15 図8は、上記構成の始動補助機能付き翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置における始動補助機能の動作を示すフローチャートである。なお、この処理は、図7の駆動回路64、タイマ装置65、回転数計測装置66、バッテリ充電コントローラ71の諸装置に組み込まれている論理回路、または不図示のCPU及びこのCPUに内蔵のメモリに格納された処理プログラムによって処理される。

20 図8において、先ず、回転数計測装置66により、風車の回転数、すなわち回転子61aの回転数Nが所定の回転数 N_a よりも下回っているか否かが判別される（ステップS1）。

そして、回転子61aの回転数Nが所定の回転数 N_a 以上の回転数であれば25（S1がN）、そのまま回転子61aの回転数Nの監視を継続する。

これにより、発電モードで三相交流発電機6 1が発電回転中であれば、発電が継続される。また、始動補助モードで電動機としての回転子6 1 aが間歇回転の駆動動作休止期間中であり、発電モードに切り替わって惰力回転中であれば、その惰力回転が継続される。

- 5 他方、ステップS 1の判別で、回転子6 1 aの回転数Nが所定の回転数N aを下回っていれば(S 1がY)、その場合は、始動補助モードに切り替わる(ステップS 2)。すなわち、回転数計測装置6 6からの通知により、タイマ装置6 5が起動し、タイマ装置6 5からのタイミング信号によって駆動回路6 4が動作を開始する。
- 10 続いて、駆動回路6 4により、上記始動補助モードで電動機となった三相交流発電機6 1の通電巻線6 1 bに1周期分の三相交流電圧が印加され、それ以後の電圧印加が直ちに遮断され、回転子6 1 aの今の1周期分の駆動による惰力回転の回転方向が参照され、発電方向への回転である正方向の回転であるか、その逆方向の回転であるかが判別される(ステップS 3)。
- 15 そして正方向の回転であれば(S 3がY)、電動機として三相交流発電機6 1の通電巻線6 1 bへの電圧印加が再開継続されて、タイマ装置6 5による第1の計時手段(以下、運転タイマといいう)としての計時、例えば6秒の計時が開始され、その計時期間が終了したか否かが判別される(ステップS 5)。
他方、ステップS 3において検出された回転方向が逆回転方向であれば、通電巻線6 1 bへの通電タイミングを変更して、反転始動(正回転方向への始動)を行った後(ステップS 4)、上記ステップS 5の処理に移行する。
- 20 ステップS 5の判別処理において、運転タイマの計時期間が未だ終了していないときは(S 5がN)、続いて、回転子6 1 aの回転数Nが、所定の回転数N bよりも低いか否かが判別される(ステップS 6)。
- 25 そして、回転子6 1 aの回転数Nが所定の回転数N bよりも低いときは(S

6 が N)、ステップ S 5 に戻って運転タイマの計時期間が終了かの判別を繰り返す。これにより、運転タイマが計時期間中であり且つ回転子 6 1 a の回転数 N が所定の回転数 N b よりも低いときは、ステップ S 3 又は S 4 において開始されている電動機への回転駆動が継続され、回転子 6 1 a すなわち風車の始動補助回転が加速される。

そして、ステップ S 5 において、運転タイマの計時期間が終了したときは (S 5 が Y)、タイマ装置 6 5 による第 2 の計時手段 (以下、待機タイマという) としての計時が開始され、その計時期間が終了したか否かが判別され (ステップ S 7)、計時期間が終了するまで待機状態に設定される (S 7 が N)

10 これにより、回転子 6 1 a の回転数 N が所定の回転数 N b よりも低く且つ運転タイマの計時期間が終了したときは、いつまでも始動補助の回転駆動を行うことなく、待機タイマに予め設定されている所定期間、例えば 5 4 秒の待機期間が設定され、その所定の期間 (5 4 秒)、風力のないときにおける無用な始動補助の回転駆動を停止させることができる。

15 また、これにより、待機タイマ計時期間が 5 4 秒であるのに対し、運転タイマの計時期間が 6 秒であるとすると、全体では 1 / 10 の駆動期間となり、発電開始状態になるまで始動補助の回転駆動を継続する場合に比較して 9 / 10 の節電効果を発揮することができる。

上記の待機期間が終了すると (S 7 が Y)、再びステップ S 1 に戻って、上述 20 したステップ S 1 ~ S 7 の処理が繰り返される。

これにより、ステップ S 6 による判別で、回転子 6 1 a の回転が、風力により発電を継続するに可能な回転数 N b 以上となるまでは、1 分に 1 回、6 秒間の始動補助の回転駆動が行われる。

そして、ステップ S 6 による判別で回転子 6 1 a の回転が回転数 N b 以上となつたときは (S 6 が Y)、回転数計測装置 6 6 からタイマ装置 6 5 を介して行

われる通知により、駆動回路 6 4 による始動補助の回転駆動動作が停止される。すなわち、駆動モードが発電モードに切り換えられる。

この切り替わりに伴って、バッテリー充電コントローラ 7 1 に制御が引き継がれ、バッテリー充電コントローラ 7 1 によって発電電力を充電するか否かが

5 判別される (ステップ S 8)。

この処理では、バッテリ 7 2 への充電が十分であり充電が不要であるか又は充電を繰り返すうちに風速が落ちて充電に十分な電力が三相交流発電機から得られないか、すなわちが充電可能な状態であるか否かが判別される。

そして、充電可能な状態であると判別されたときは (S 8 が Y)、バッテリ 7 10 2 への充電が行われ (ステップ S 9)、ステップ S 8 及び S 9 の処理が繰り返される。これにより、三相交流発電機 1 1 からのバッテリ 7 2 への充電が継続される。

上記ステップ S 8 の判別で、充電可能な状態でなくなったときは (S 8 が N)、前述したステップ S 7 の処理に移行する。これにより、風速が落ちて充電に十分な電力が三相交流発電機から得られないときは、ステップ S 1 ～ S 7 の始動補助作動モードに移行する、または、風速が発電に十分であり且つバッテリ 7 15 2 への充電が十分であるときは、バッテリ充電コントローラ 7 1 が、風車 6 7 に対して発電ができないように自動制御する。

このように本発明によれば、例えば 1 分間に 1 回という短い時間間隔で始動補助機能による始動補助回転を行うので、発電回転が可能な弱風時での回転を誘発して発電効率の低下を大きく改善できるとともに、低風速時に生じる大きい風速変化に対しても即応して回転できるため発電の機会を失うことなく発電効率を上昇させることができる。

図 9 は、第 4 の実施形態としてのタイマ装置を独立な回路として自己消費電力により節減できるようにした水平軸風力発電装置の回路ブロック図である。

図7に示した例では、タイマ装置65は常時DC/DCコンバータ73から電力の供給を受けているが、図9に示す例では、タイマ装置65は、常時バッテリ72により電力の供給を受けて動作し、回転数計測装置66の条件判定とともにDC/DCコンバータ73に電力の供給依頼信号を発信して駆動回路64へ電力の供給を行うようにしている。これにより、始動補助機能が起動するとき以外はDC/DCコンバータ73を休止させることができ、全体としての消費電力を節減できるようになる。

尚、以上の説明では、発電モードと始動補助モードとの切り替えを、切替リレー13による運動スイッチの切り替えで行っているが、このようにリレーを用いると限ることなく、例えばフォトカプラ又はFETなどの半導体素子によって切り替えスイッチ部を構成するようにしてもよい。

また、運転タイマ、又は待機タイマに設定される計時期間は、上述の例のように駆動6秒、休止54秒というように設定時間を固定すると限るものではなく、更に相互の関係を1/10に固定すると限るものでもない。例えば、1日の時間帯、季節、地域などに応じて適宜に設定してよい。

また、図8の起動補助機能の作動設定については特に説明していないが、上記の例えれば1分に1回の起動補助回転を行う起動補助機能の作動設定を常時作動するように設定したのでは、全くの無風状態が長期に続いてたときなどには起動補助機能用の電力が無用に消費されてしまうことになる。

そこで、手動操作用のスイッチ又は遠隔操作で動作するスイッチを設けて、このスイッチにより、起動補助機能の作動設定を「設定」と「解除」のいずれかに切り替えることができるようにもよい。

さらに、電源供給を受けるバッテリ電圧が、ある一定値以下になったことを検出し、DC/DCコンバータ73への電力供給を自動停止する回路を加えても良い。

また、例えば、風速センサ等の風速感知装置、又は垂直軸椀形羽根型風車等からなる風速測定装置を設けて風速を計測し、所定以上の風が吹きだしたときに起動補助機能の作動スイッチが入るように構成してもよい。この場合、風速測定装置は微風を感知して動作する程度の小型のものであることが望ましい。

5 図10は、そのような風速センサにより始動補助機能の作動開始のタイミングを監視する例を示す図である。同図に示すように、始動補助機能付き翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置90には、その近傍に、それとは別体の風速検知装置80が配置されている。

風速検知装置80は、風速センサ81と風速判定部82を備えている。風速10判定部82には、予め始動補助機能の作動を開始させるのに適した風速値が予めハード的又はソフト的に設定されている。風速判定部82は、風速センサ81により計測されて入力される風速値を、上記の予め設定されている風速値と比較し、入力風速値が設定風速値を越えたとき、タイマ装置65に、始動補助機能の作動タイミングとなったことを通知する。

15 これにより、図8のステップS7の待機タイマの計時が開始され、その以降のステップS1～S9の処理、すなわち始動補助機能が作動開始する。このようにすれば、無風時に、無用の始動補助機能の作動で電力を浪費することを自動的に回避することができる。

以上説明してきたように、本発明の始動補助機能付き翼角度固定揚力型水平20軸風力発電装置によれば、通常の揚力型水平軸風力発電機では回転できない低風速でも始動補助機能によって始動補助回転させるので、この補助回転の惰力により通常の揚力型水平軸風力発電機では回転開始できない低風速でも本回転を開始することができ、これにより、発電効率の良い始動補助機能付き翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置を提供することが可能となる。

25 また、発電機と始動補助の電動機とを兼用しているので、始動補助動力付き

の風力発電機でありながら小型化でき、これにより、安価な始動補助機能付き翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置を提供することが可能となる。

また、始動補助回転として駆動動作休止期間の長い間歇回転を行わせているので、始動補助回転に使用される電力を可及的に低く抑えることができ、これ
5 により、始動補助動力付きの風力発電機でありながら自己消費電力の低減された始動補助機能付き翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置を提供することが可能となる。

また、風速を監視しながら適宜の風が発生したときのみ始動補助機能を作動させるので、始動補助回転のための自己消費電力がより一層低減された始動補
10 助機能付き翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置を提供することが可能となる。

第3及び第4の実施形態によれば、本発明の第4の課題が解決される。

なお、上記第1～4の実施形態は、それぞれ別個に説明したが、これらを組み合わせてそれぞれの長所を有する風力発電装置を構成することも可能である。この場合、それぞれの実施形態の長所を有する風力発電装置となるので、より
15 優れた風力発電装置を構成することが可能となる。以下に説明する事項についても同様である。

通常、風力発電では、運転限界風速以上では風車を停止または減速して制御不能で危険な高速回転となることを防止している。その方式にはブレードのピッチ制御やディスクブレーキ、ファーリングなどの機構的制動があるが、揚力
20 型固定ピッチ水平軸風車においては、発電機の出力を短絡して電磁的に制動することが可能である。危険回避のための自動停止を判定するには風速、回転数、発電電力などの値を単独または複数計測する方法がある（図1-1参照）。

図1-1においては、充電制御回路から発電電力を判定する発電力判定部と、回転数判定部と風速判定部がそれぞれ測定を行っており、その結果充電を行う
25 か否かのスイッチングをするようになっている。

揚力型固定ピッチ水平軸風車においては、発電機の出力を短絡して電磁的に制動する場合、ブレードは完全に停止せず、風向に正対し、ゆっくりと回転を継続する。言い換えれば、回転によって生ずる電力を短絡回路で消費する原理によるものである。停止時の低速回転状態では、揚力による回転トルクは殆ど 5 得られず、抗力による回転トルクが主流となる。つまり、プロペラ型風速計と同様な原理となり、風速と回転数はほぼ比例する。同時に短絡電流も風速にはほぼ比例する。

自動停止開始からタイマーにて所定時間停止状態を継続するが、風速測定機能を持たないシステムにおいて復帰時に運転開始可能な風速範囲にあるか否か 10 の判定を、この短絡電流を測定（図12参照：停止時の短絡電流判定回路であり、短絡スイッチによって短絡された結果流れる短絡電流を測定可能としている）することにより可能となる。安全に運転可能な上限風速における短絡電流値を閾値とし、その閾値未満であれば運転を復帰し、閾値以上であれば更に停止状態を所定時間継続する（図13参照）。

15 バッテリの蓄電容量が正常状態で充電制御回路も電源が供給されている場合には、高速回転となる前に風車を停止することが可能である。本実施形態ではバッテリの容量不足や断線、制御回路の故障などにより、停止制御が不能となつたときに補助的に風力発電機入力を短絡する回路である。

停止が必要と判定する要素は、バッテリ電圧の低下と発電機出力電圧の上昇 20 である。

図14の回路は風力発電機入力短絡用NチャネルFETとシュミットトリガーアンペータ、6V電池から構成されている。バッテリの電圧が所定値より低下したこと、または、風力発電機が開放状態となり入力電圧が所定値を超えたことによりFETゲートに直流電位を与え、短絡する。この回路は正常なシステム状態となると短絡状態から開放状態に自動復帰する。シュミットトリガー 25

インバータはCMOS構造のため、またFETのゲート回路は絶縁されているために小電池からはほとんど電力を消費せず、長時間電池交換せずに動作可能である。

風速の変動に対して、最大電力点となるように入力電圧指令する電力変換方式は公知である。現状の技術では入力電圧を微小変動して発電電力が最大値になるまで入力電圧を変更する方法が採用されているが、現在の電力瞬時値を求めフィードバックするのみとなっている。

本実施形態では、風速が増加か減少を過去の変動経過を最大電力点の変動経過として記憶した上で、予測して入力電圧指令値を決定し制御を行うものである。風速変動に対して応答の高速化が図れ、効率向上ができる。

過去数秒間の風速が増加傾向であれば最大電力点も増加傾向となる。この電力増加量の傾斜により、未来数秒間後の電力量を予測して入力電圧の指令値を決定する。風速が増加時であれば、入力電圧の指令値を最大電力点の電圧値より高く決定する。これにより、風車の負荷は一旦軽減された状態となり、回転数の上昇速度が速くなり風速増加に早く追従することが可能となる。また、風速減少時は逆の動作を行う。

図15は、定格電力制御について説明する図である。

なお、設定された上限回転数にて運転中、風速が増加して定格電力値を超えた場合、停止せずに上限回転数を下げる指令、つまり入力指令電圧を設定回転数との差異ではなく、定格電力（の90%）の超過分差異についての制御に切り替えて、定格電力を超過しないように制御することが可能である。

実際には、図15に示されるように、定格電力を超過してからではなく、定格電力より10%程度少ない電力から制御を切り替えるようにする。

請求の範囲

1. 風力により順方向に回転する回転翼の回転軸に連動して発電する永久磁石式の発電機と、
5 該発電機を電動機に切り替えて前記回転軸を順方向に回転させる始動補助回転を実施する始動補助手段と、
該始動補助手段による前記始動補助回転が停止されたとき前記電動機を前記発電機に復帰させる発電機復帰手段と、
を備えたことを特徴とする始動補助機能付き翼角度固定揚力型水平軸風力発
10 電装置。
2. 前記始動補助手段は、前記始動補助回転を実施するための電源として蓄電池、太陽電池、又は補助的風力発電機を備えていることを特徴とする請求項1記載の翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置。
15
3. 前記始動補助手段による前記始動補助回転を実施させる時期を決定する始動補助回転時期決定手段、を更に備えていることを特徴とする請求項1又は2記載の翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置。
- 20 4. 前記始動補助開始時期決定手段は、風速計測手段及び第1の計時手段を有し、前記風速計測手段により計測された風速が所定の風速以下であるとき、前記第1の計時手段による計時期間中だけ前記始動補助手段を動作させることを特徴とする請求項3記載の翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置。
- 25 5. 前記始動補助開始時期決定手段は、第2の計時手段を更に有し、前記第

1 の計時手段による計時期間が終了した後に前記第 2 の計時手段による計時を開始させ、該第 2 の計時手段による計時期間が終了したとき前記風速計測手段による風速の計測を開始させる、ことを特徴とする請求項 4 記載の翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置。

5

6. 前記第 1 の計時手段による計時期間は、前記第 2 の計時手段による計時期間よりも短い、ことを特徴とする請求項 5 記載の翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置。

10 7. 更に、風速が弱いときには、発電機からの出力電圧の脈流を用いて、風速が強いときには、充電電流の脈流を用いて、風車の回転数を計測することを特徴とする請求項 1 に記載の翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置。

15 8. 風力により順方向に回転する回転翼の回転軸の回転に連動して発電する永久磁石式の発電機、該発電機を電動機と発電機に切り替えるスイッチ装置、風速計測装置、第 1 の計時手段、及び該第 1 の計時手段による計時期間よりも長い計時期間を有する第 2 の計時手段を備えて、翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置を発電動作させる方法であって、

20 前記風速計測装置により所定以下の風速が検知されたとき始動補助機能を作動させる工程と、

前記第 1 の計時手段による計時期間中だけ前記始動補助機能の動作を継続させる始動補助駆動工程と、

前記第 2 の計時手段による計時期間中だけ前記始動補助機能の動作を停止させると共に前記スイッチ装置により前記電動機を前記発電機に切り替える発電可能復帰工程と、

25

前記始動補助駆動工程と前記発電可能復帰工程とを繰り返す繰返工程と、該繰返工程中に前記発電機の巻線固定子からの出力電圧が所定以上の電圧であるかを監視する電圧監視工程と、該電圧監視工程により所定以上の電圧が検出されたとき前記発電機の出力電圧によりバッテリを充電させる充電工程と、
5 を含むことを特徴とする翼角度固定揚力型水平軸風力発電装置を発電動作させる方法。

9. 交流電圧を発生する風力発電機に接続された整流回路と、
10 前記整流回路に接続され且つ少なくとも1つのスイッチ素子を含み、前記スイッチ素子のオン・オフ制御によって前記整流回路の直流出力電圧のレベルを変換する直流一直流変換回路と、
前記風力発電機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、
前記風力発電機の制限回転速度を示す信号を発生する制限回転速度信号発生
15 手段と、
前記回転速度検出手段から得られた検出速度を示す信号と前記制限回転速度信号発生手段から得られた制限回転速度を示す信号とを比較する比較手段と、
前記直流一直流変換回路の出力段の電圧が所定値になるように前期スイッチ素子を制御し、且つ、前記検出速度が前記制限回転速度よりも高いことを示す
20 前記比較手段の出力に応答して前記直流一直流変換回路の出力電圧を上昇させるように前記スイッチ素子を制御するスイッチ制御回路と、
該風力発電機を電動機に切り替えて前記回転軸を順方向に回転させる始動補助回転を実施する始動補助手段と、
該始動補助手段による前記始動補助回転が停止されたとき前記風力電動機を
25 前記発電機に復帰させる発電機復帰手段と、

を有していることを特徴とする風力発電装置。

10. 交流電圧を発生する風力発電機に接続された整流回路と、

前記整流回路に接続され且つ少なくとも1つのスイッチ素子を含み、前記ス

5 イッチ素子のオン・オフ制御によって前記整流回路の直流出力電圧のレベルを
変換する直流一直流変換回路と、

前記直流一直流変換回路に接続された直流一交流変換回路と、

前記風力発電機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、

前記風力発電機の制限回転速度を示す信号を発生する制限回転速度信号発生
10 手段と、

前記回転速度検出手段から得られた検出速度を示す信号と前記制限回転速度
信号発生手段から得られた制限回転速度を示す信号とを比較する比較手段と、

前記直流一交流変換回路を制御し且つ前記検出速度が前記制限回転速度より
も高いことを示す前記比較手段の出力に応答して前記直流一交流変換回路の出
15 力電圧を上昇させるように前記直流一交流変換回路を制御する制御回路と、

該風力発電機を電動機に切り替えて前記回転軸を順方向に回転させる始動補
助回転を実施する始動補助手段と、

該始動補助手段による前記始動補助回転が停止されたとき前記風力電動機を
前記発電機に復帰させる発電機復帰手段と、

20 を有していることを特徴とする風力発電装置。

11. 前記制限回転速度信号発生手段は、昼間時間帯に第1の回転制御速度を
示す信号を発生し、夜間時間帯に前記第1の回転制限速度よりも低い第2の制

限回転速度を示す信号を発生するものである請求項9又は10に記載の風力發
25 電装置。

12. 風車と、

前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、

前記交流発電機に接続された整流回路と、

5 前記整流回路に接続された電力変換回路と、

前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、

前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、

前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、

前記回転検出器と前記基準回転数設定器と前期電力変換回路とに接続され、

10 前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えたときに、前記電力変換回路の入力電圧と出力電圧との比を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路と、

該交流発電機を電動機に切り替えて前記回転軸を順方向に回転させる始動補助回転を実施する始動補助手段と、

15 該始動補助手段による前記始動補助回転が停止されたとき前記交流電動機を前記発電機に復帰させる発電機復帰手段と、

からなる風力発電装置。

13. 更に、前記電力変換回路の入力電圧を検出する入力電圧検出回路を有し、

20 前記制御回路は、

前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、

前記検出回転数と前記基準回転数との差を求める第1の減算手段と、

前記差が零以下の時には係数値として1を送出し、前記差が零よりも大きい時には1より小さい値の係数を送出する係数発生手段と、

25 前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定出力電圧に前記係数発生手段

から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、
前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差を求める第2の減
算手段と、
前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補
5 正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する
制御信号形成回路と
からなることを特徴とする請求項1-2に記載の風力発電装置。

14. 揚力型固定ピッチ水平軸風車において、
10 運転限界風速以上の風が吹いている場合に、発電機の出力を短絡し、風車の
ブレードをゆっくりと回転させつづける短絡手段
を備えることを特徴とする揚力型固定ピッチ水平軸風車。

15. 前記短絡手段によって生じる短絡電流を所定の閾値と比較することによ
15 って風車の運転を再開するか否かを反転する判定手段を更に備えることを特徴
とする請求項1-4に記載の揚力型固定ピッチ水平軸風車。

16. 揚力型固定ピッチ水平軸風車において、
20 バッテリの電圧の低下あるいは発電機出力電圧の上昇により必要となる風車
の停止制御が不能となっている場合、風力発電機の入力を短絡する短絡手段、
を備えることを特徴とする揚力型固定ピッチ水平軸風車。

17. 揚力型固定ピッチ水平軸風車において、
過去の風速の変動傾向に関する情報を格納する格納手段と、
25 該格納手段に格納されている情報に基づいて、以後の風速の予測を行い、風

車の回転が風速の変動に高速に追従するように制御する制御手段を備えること
を特徴とする揚力型固定ピッチ水平軸風車。

18. 揚力型固定ピッチ水平軸風車において、
5 設定された上限回転数で運転中に風速が増加して充電用の電力が定格電力値
を超えた場合、風車の上限回転数を下げることにより、該定格電力を超過しな
いようにすることを特徴とする揚力型固定ピッチ水平軸風車。

1 / 15

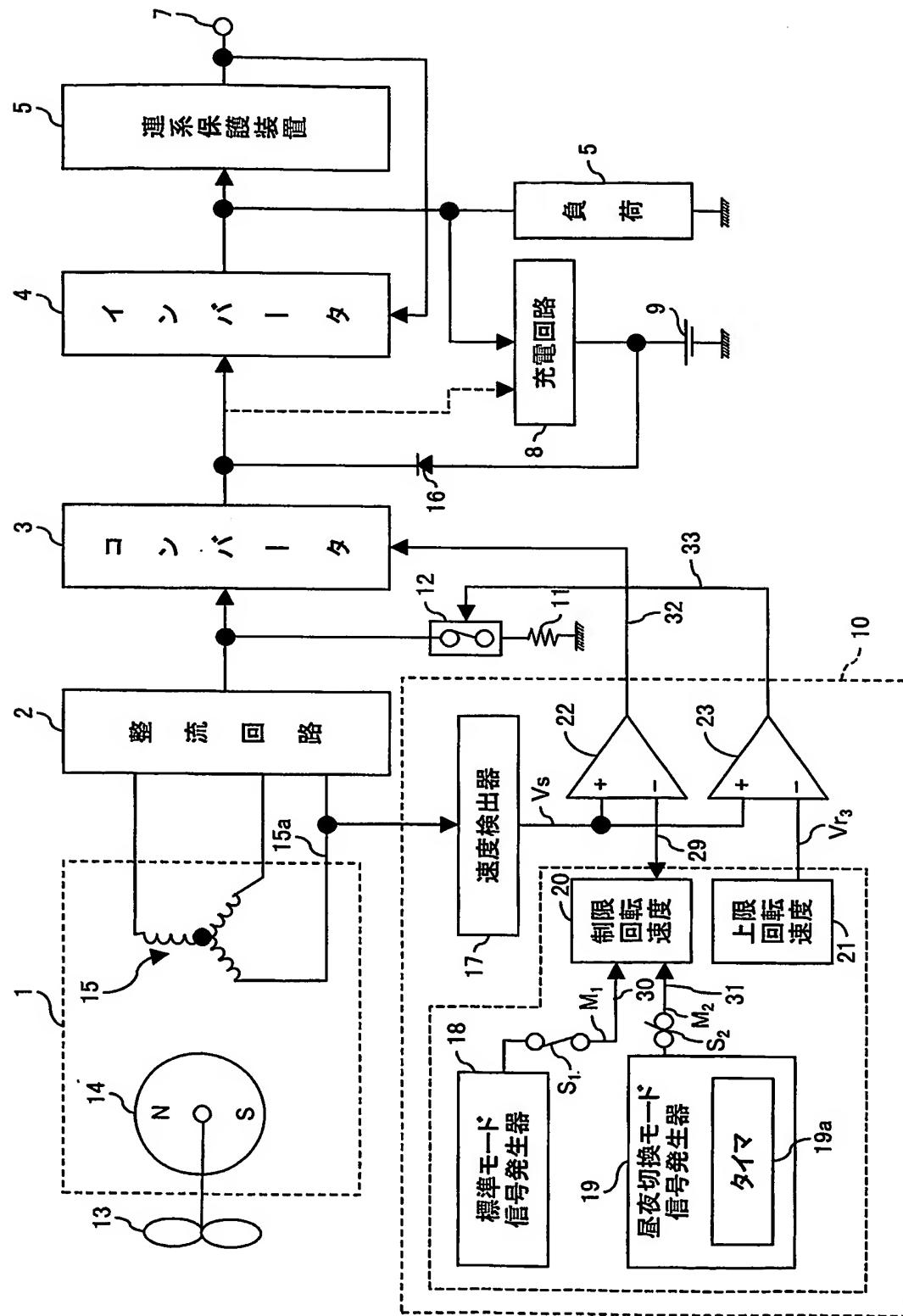


図 1

2/15

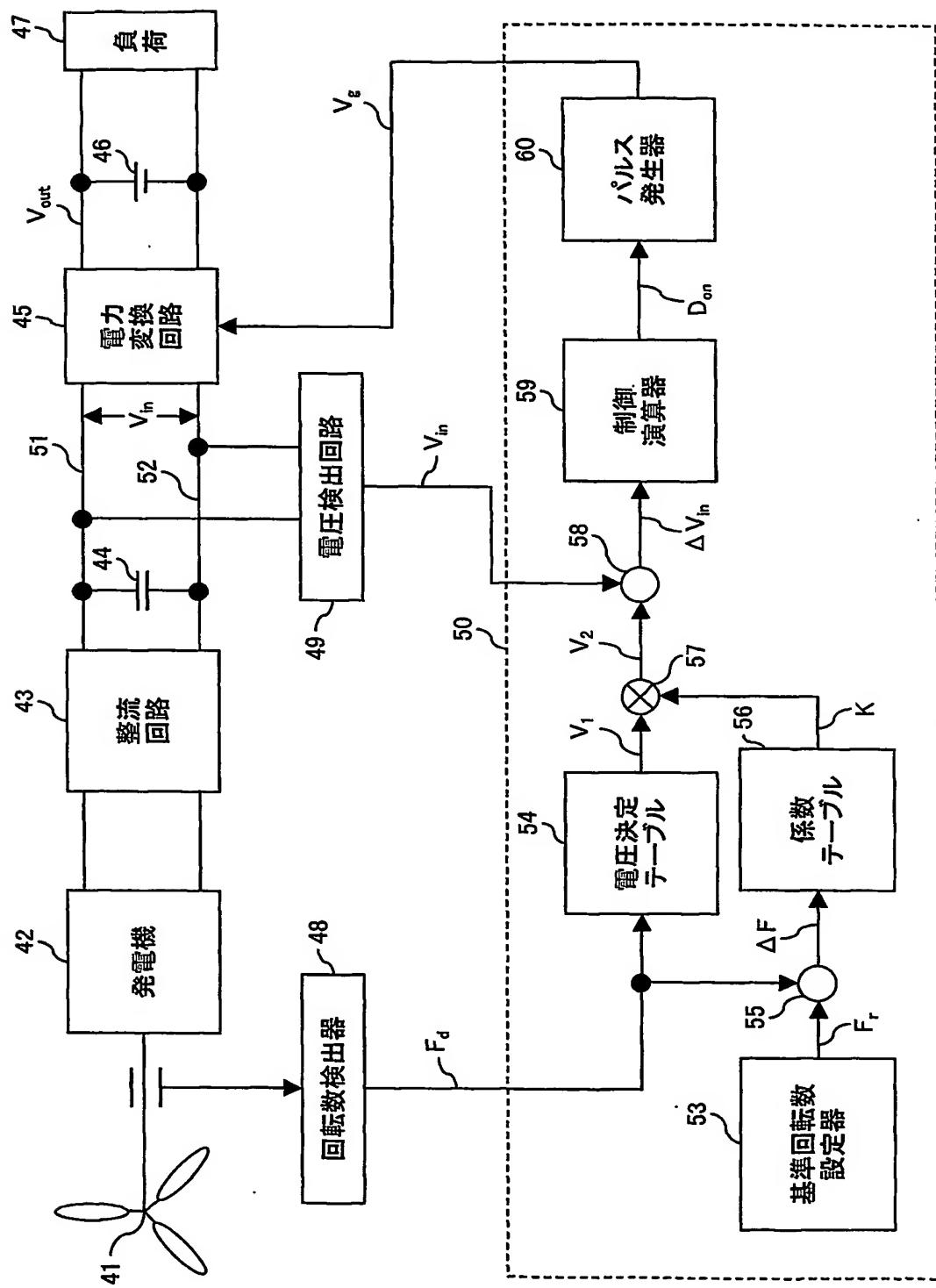


図2

3/15

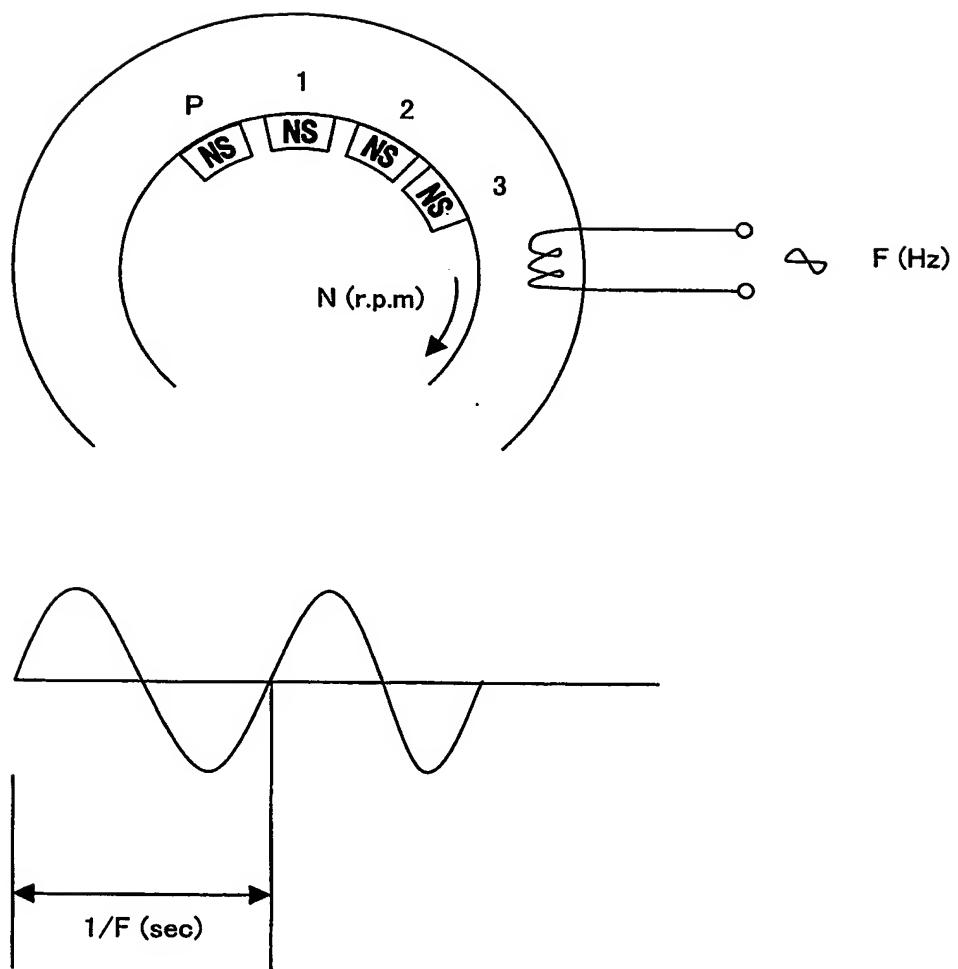


図3

4/15

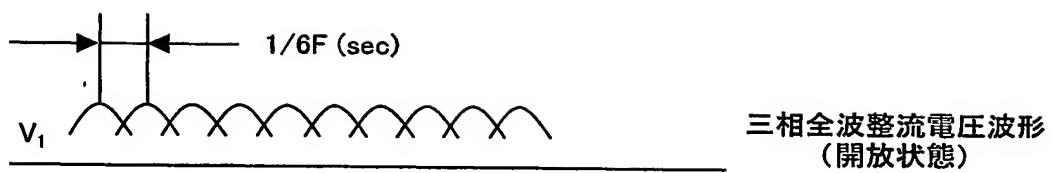


図4

5/15

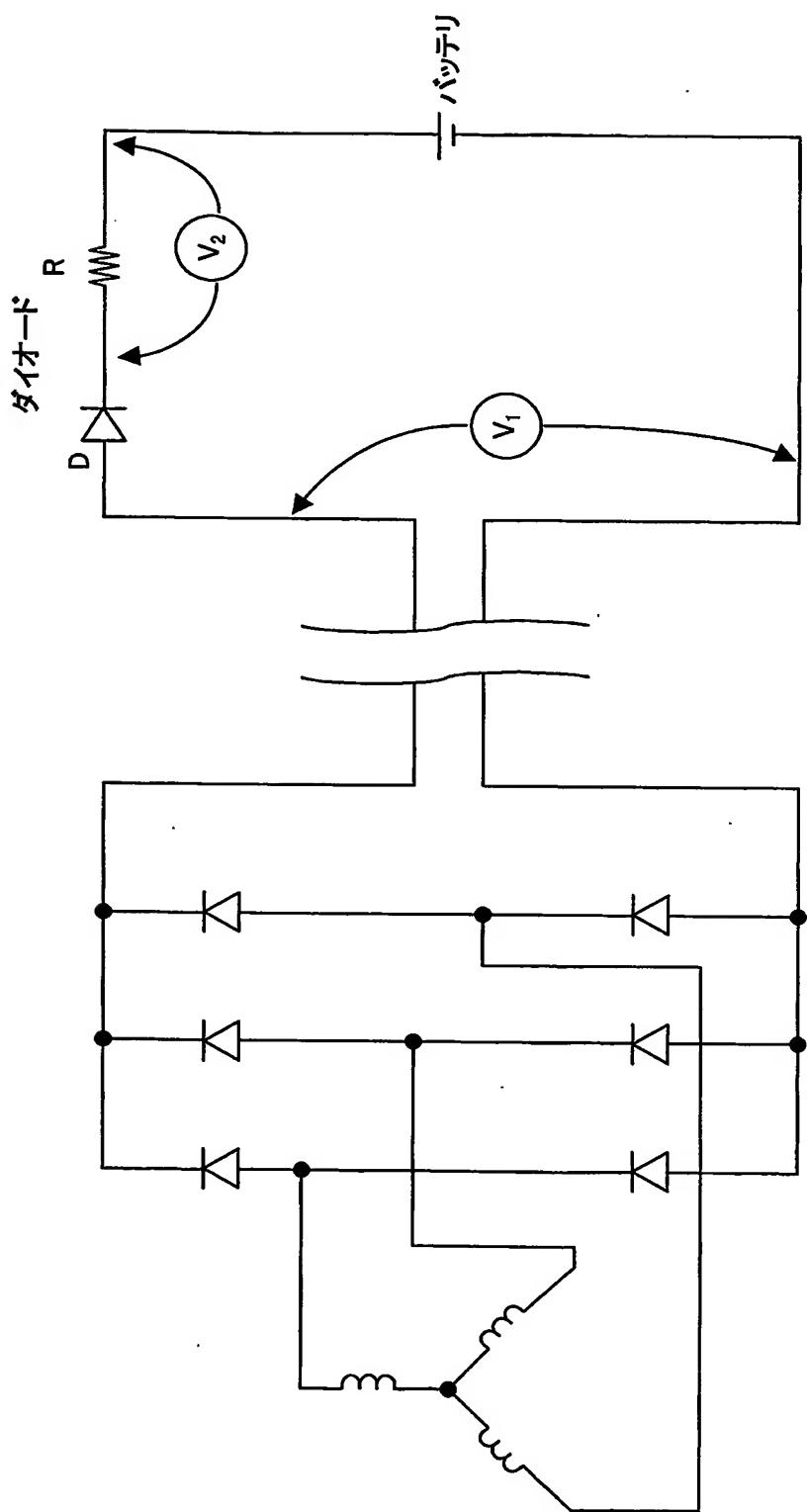


図5

6/15

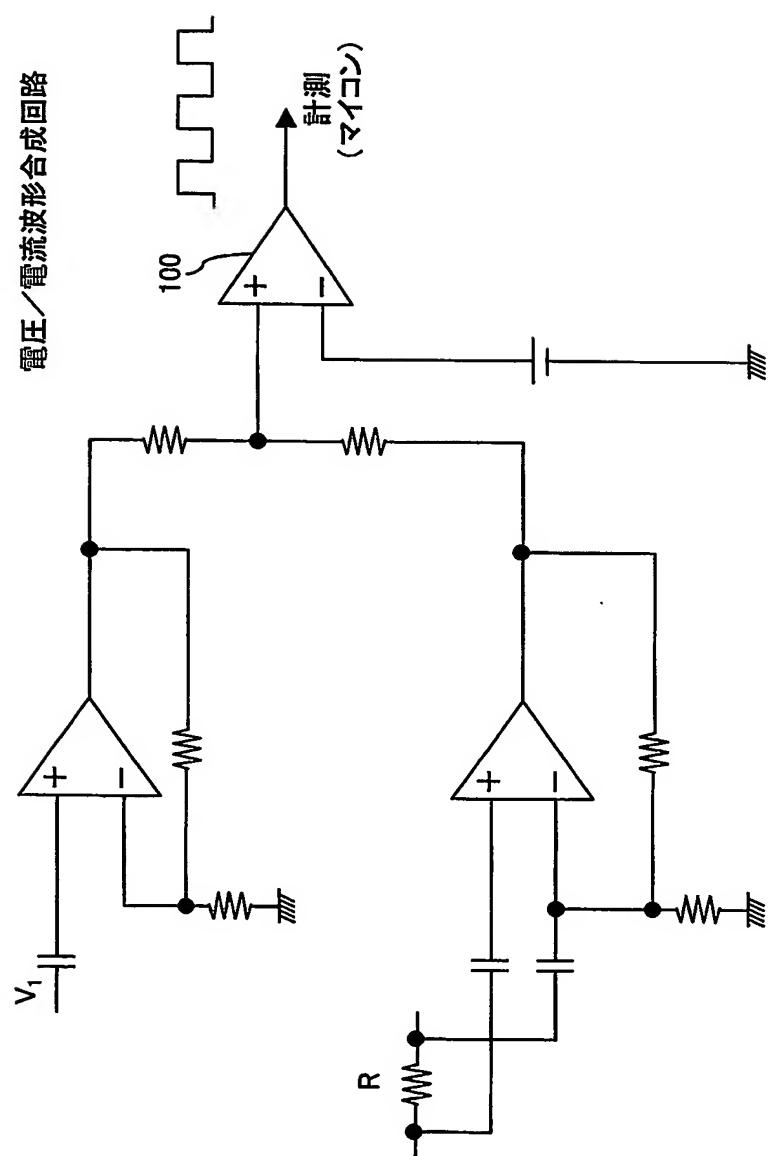


図6

7/15

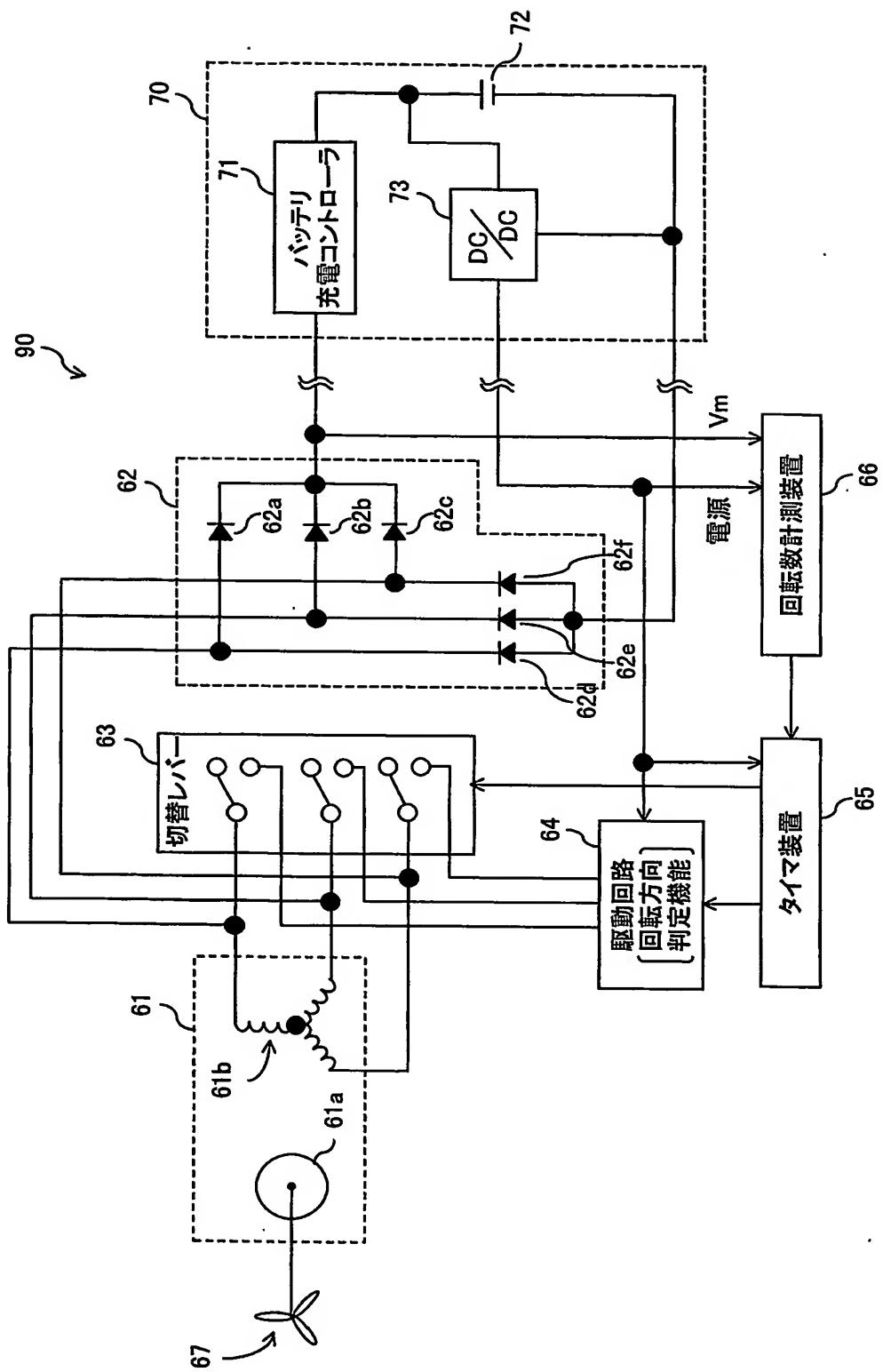


図7

8/15

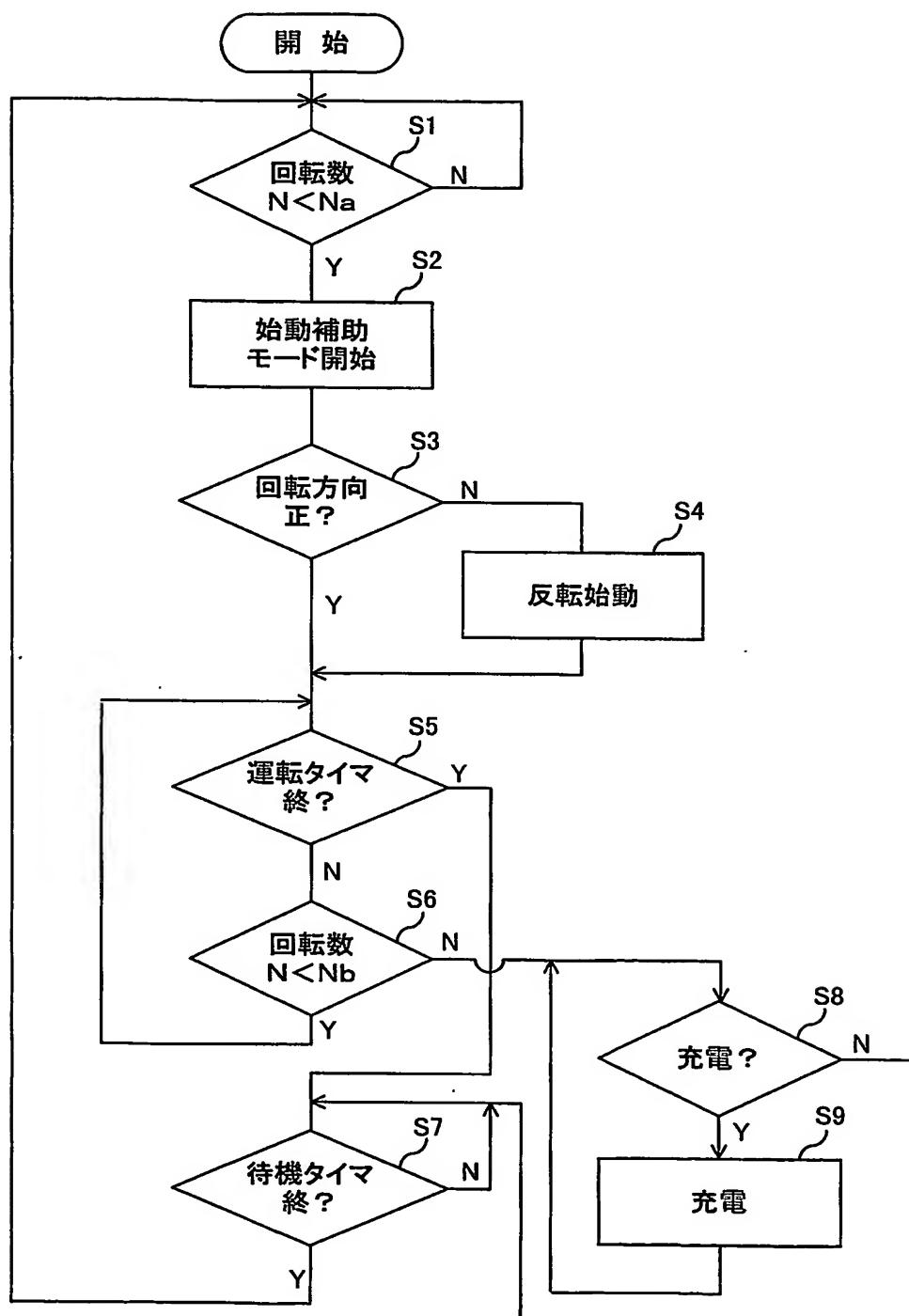


図8

9/15

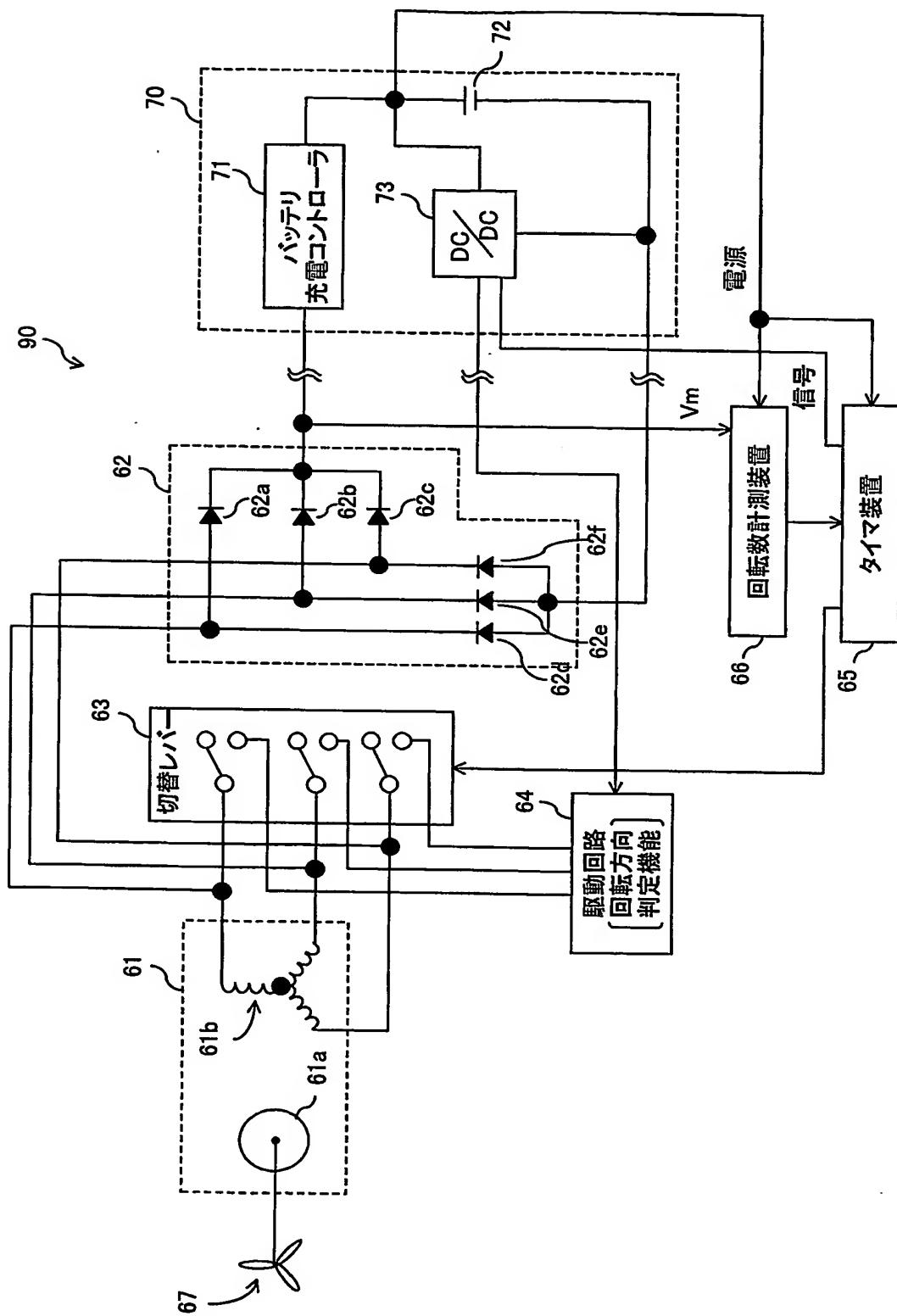


図9

10/15

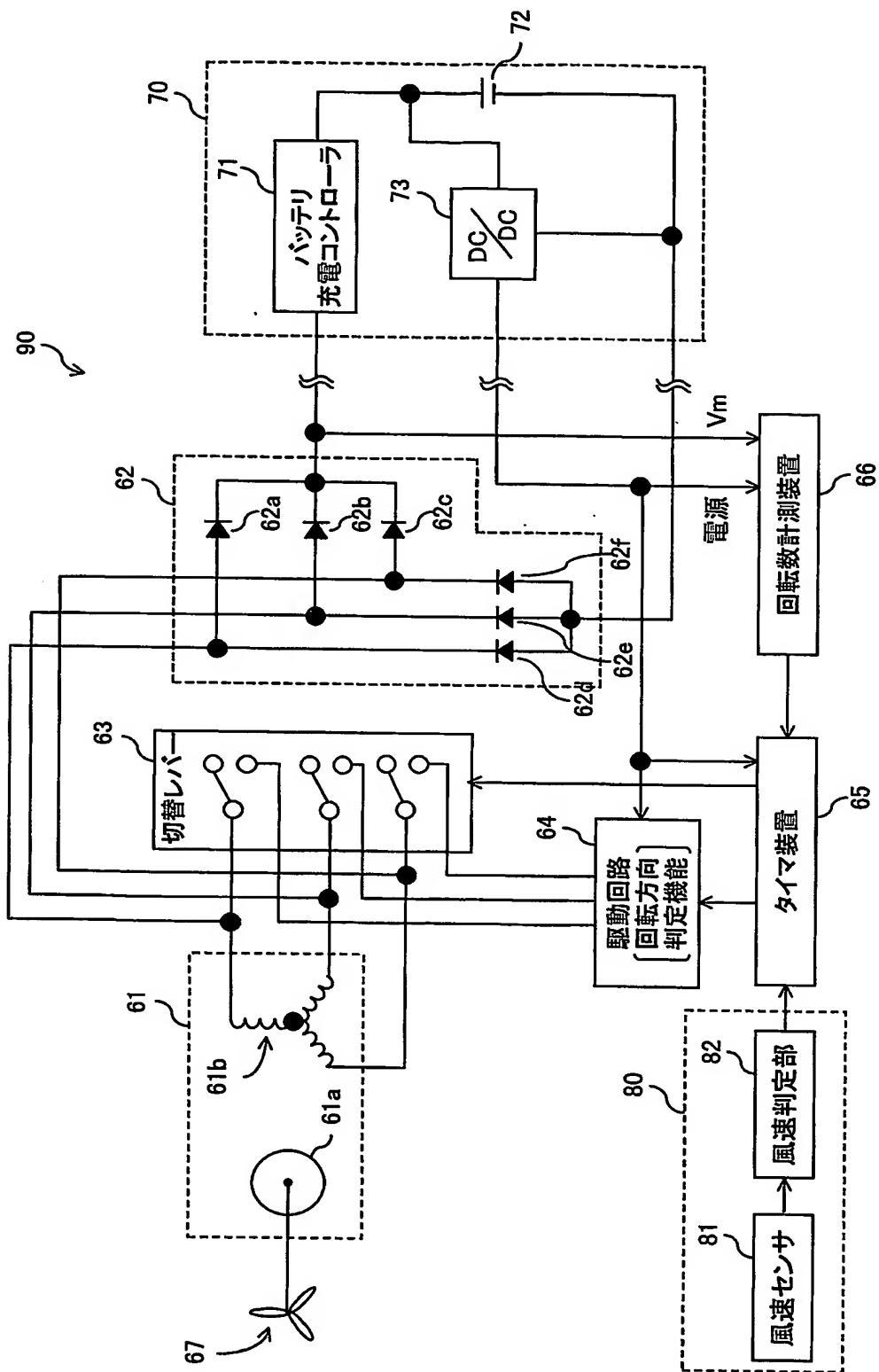


図10

11/15

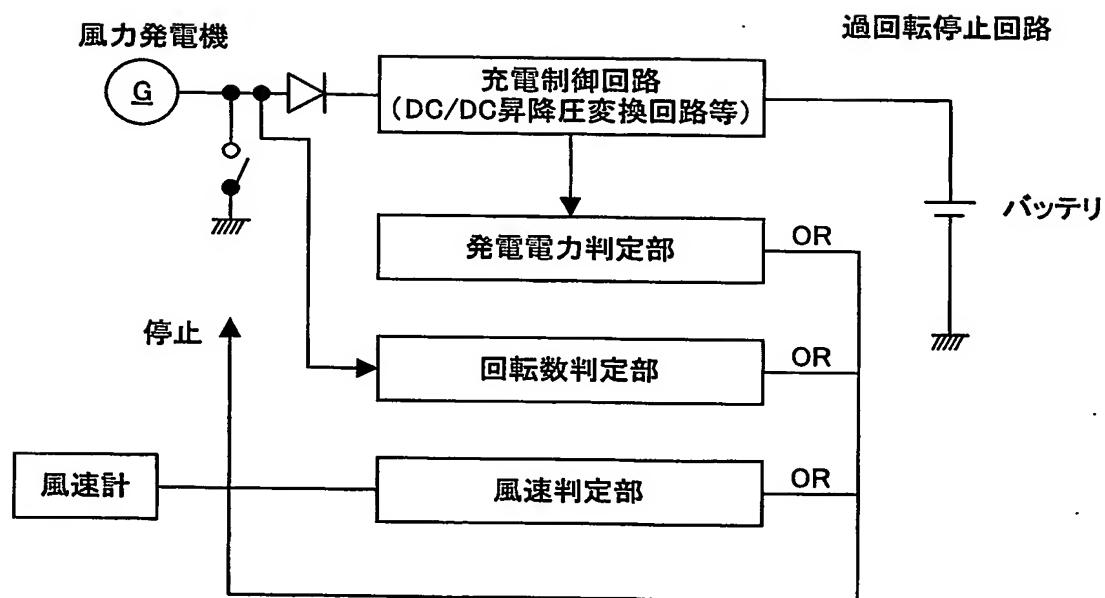


図11

12/15

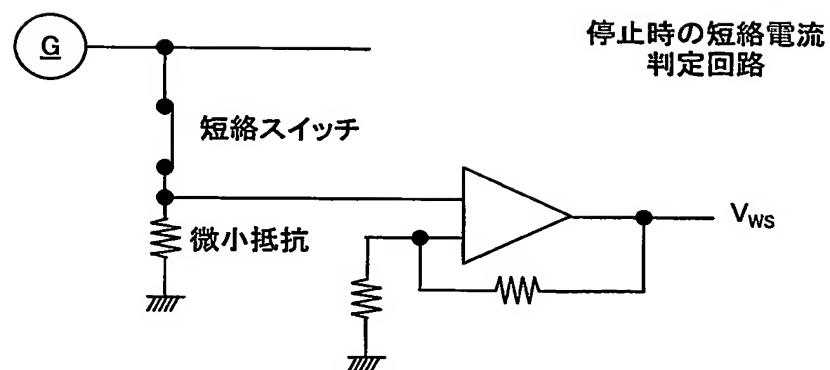


図12

13/15

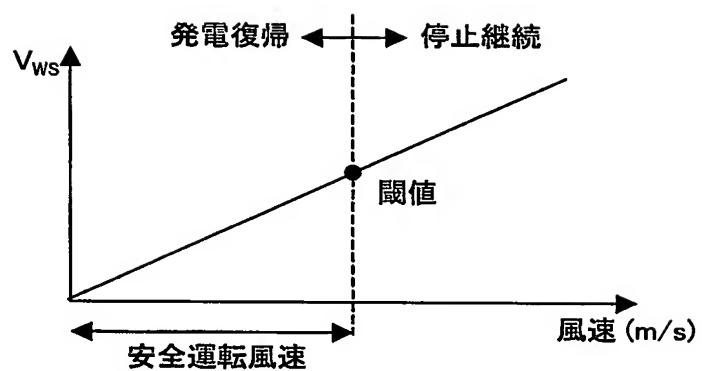


図13

14/15

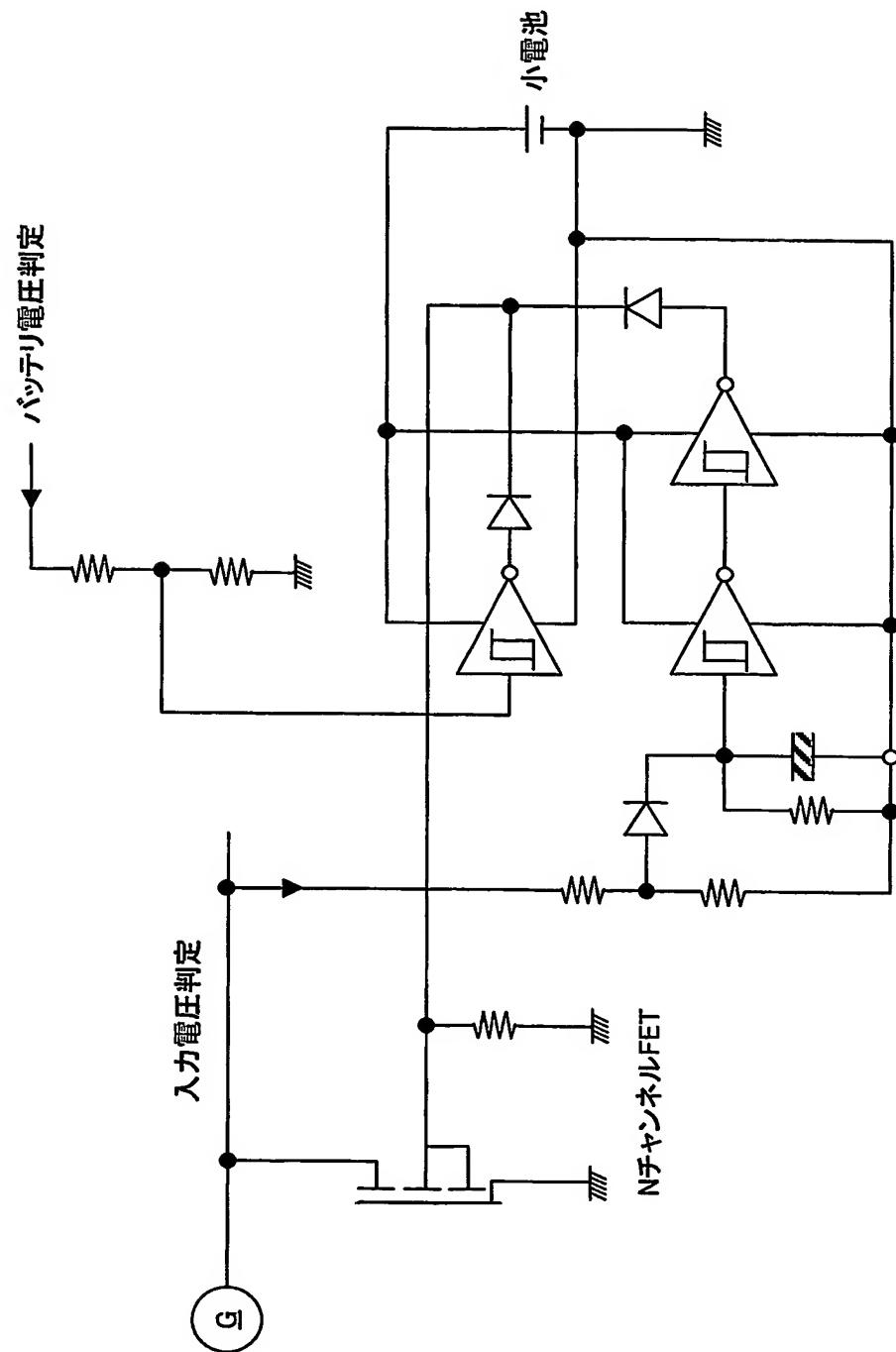


図14

15/15

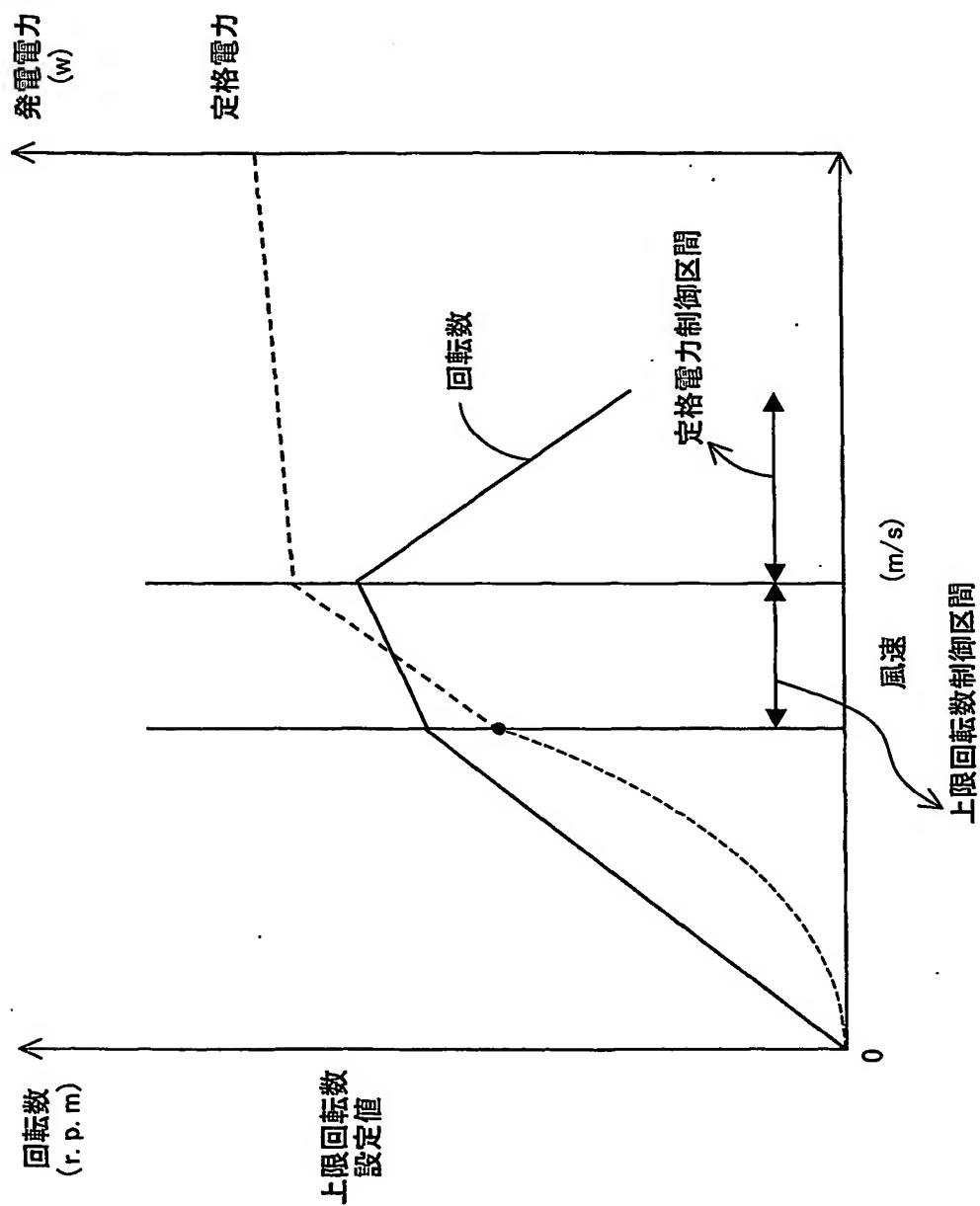


図15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14463

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H02P9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02P9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 1-142274 A (Mitsui & Co., Ltd.), 05 June, 1989 (05.06.89), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-3, 9-16 4-8
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 55405/1987 (Laid-open No. 162975/1988) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 October, 1988 (25.10.88), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

• Special categories of cited documents:	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“E” earlier document but published on or after the international filing date	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
09 February, 2004 (09.02.04)

Date of mailing of the international search report
24 February, 2004 (24.02.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/14463

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-322298 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 13 December, 1996 (13.12.96), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	4-6, 8
Y	JP 2001-268994 A (Sanken Electric Co., Ltd.),	9-11, 16
A	28 September, 2001 (28.09.01), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	7
Y	JP 2002-136192 A (Sanken Electric Co., Ltd.), 10 May, 2002 (10.05.02), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	12, 13, 17
Y	JP 2000-249036 A (Zefa Kabushiki Kaisha), 12 September, 2000 (12.09.00), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	14, 15, 18
Y	JP 2002-315395 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 October, 2002 (25.10.02), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	16
Y	JP 8-107637 A (Shinko Electric Co., Ltd.), 23 April, 1996 (23.04.96), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' H02P9/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' H02P9/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 1-142274 A (三井物産株式会社) 05. 06. 1989, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-3, 9-16 4-8
Y	日本国実用新案登録出願62-55405号(日本国実用新案登録出願公開63-162975号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱重工業株式会社) 25. 10. 1988, 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	1-3

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 09. 02. 2004	国際調査報告の発送日 24. 2. 2004
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 安池 一貴 電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-322298 A (ヤマハ発動機株式会社) 03. 12. 1996, 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)	4-6, 8
Y A	JP 2001-268994 A (サンケン電気株式会社) 28. 09. 2001, 全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	9-11, 16 7
Y	JP 2002-136192 A (サンケン電気株式会社) 10. 05. 2002, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	12, 13, 17
Y	JP 2000-249036 A (ゼファー株式会社) 12. 09. 2000, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	14, 15, 18
Y	JP 2002-315395 A (三菱重工業株式会社) 25. 10. 2002, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	16
Y	JP 8-107637 A (神鋼電機株式会社) 23. 04. 1996, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	2